

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCP986 U.S. PTO
09/990716
11/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年11月30日

出願番号

Application Number:

特願2000-364270

出願人

Applicant(s):

日本航空電子工業株式会社

2001年 1月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2000-3112138

【書類名】 特許願

【整理番号】 JAE00N6464

【提出日】 平成12年11月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本航空電子工業株式会社内

【氏名】 諸地 光雄

【特許出願人】

【識別番号】 000231073

【氏名又は名称】 日本航空電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066153

【弁理士】

【氏名又は名称】 草野 卓

【選任した代理人】

【識別番号】 100100642

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲垣 稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002897

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708750

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 異方導光性部材を有する光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電率を異にする2種類或いはそれ以上の誘電体物質を周期的に2次元或いは3次元に配列してフォトニックバンドギャップを発現し、特定方向以外の方向に対する光伝播を阻止する異方導光性部材をシングルモード光ファイバ或いはレーザダイオードの如き光学素子の間に介在させたことを特徴とする異方導光性部材を有する光学装置。

【請求項2】 請求項1に記載される異方導光性部材を有する光学装置において、

異方導光性部材は誘電体物質の寸法および周期的配列のピッチをミクロン単位以下に構成したものであることを特徴とする異方導光性部材を有する光学装置。

【請求項3】 請求項1および請求項2の内の何れかに記載される異方導光性部材を有する光学装置において、

異方導光性部材は、誘電体物質を球、円柱、角柱、或いは薄膜状に形成し、1種類の特定の誘電体物質を周期的に配列してこれらの間に先の特定の誘電体物質とは異なる種類の誘電体物質を充填配列して構成したものであることを特徴とする異方導光性部材を有する光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、異方導光性部材を有する光学装置に関し、特に、特定方向にのみ低損失に光を伝播する異方導光性部材を光学素子間に介在させた異方導光性部材を有する光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学技術分野においては、種々の光学素子がそれぞれの特徴を発揮して有効に使用されている。

ガラス：低損失で光を透過伝送する。

レンズ：拡散光を収束して高結合効率を達成し、或いは入射光を拡散する。

ファイバオプティックプレート：光ファイバを束ね引き延ばした形状を有し、特定の方向にのみ導光する。即ち、異方導光性を有する。

【0003】

光導波路：高屈折率材料より成る光伝播経路を低屈折率材料により包囲することにより光を閉じ込め、光を特定方向に導光する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

図9を参照して従来例を説明する。ガラス体はその一方の端面に入射された光を比較的低損失で伝送して他方の端面から放射する性質を有するが、ガラス体内部を伝播する途中において光を拡散する性質を有している。図9において、ガラス体3の一方の端面にシングルモード光ファイバ1を介して光を入射する。ガラス体3に入射した光はガラス体3内において拡散しながら伝播し、他方の端面に断面を拡大した状態で到達することになる。即ち、ガラス体3の一方の端面に断面を小さくして光を入射しても、他方の端面には断面を拡大して到達せしめられることにより、光断面を拡大せしめられた分だけ、シングルモード光ファイバ1とガラス体3の他方の端面に位置決めされた受光素子との間の光の結合効率は低下する。結局、ガラスは光学素子同志の光結合を実施する材料としてはそれ程好適であるとは言えない。

【0005】

図10を参照して他の従来例を説明するに、レンズ4は拡散光を収束して高結合効率を達成する特性を有している。即ち、シングルモード光ファイバ1の端面から放射してレンズ4の一方の焦点 f_1 から拡散しながらレンズ4に入射した光は屈折せしめられて他方の焦点 f_2 に収束する。従って、レンズ4の他方の焦点 f_2 の位置に受光素子を位置決めすることにより、シングルモード光ファイバ1と受光素子とは大なる光結合効率を達成することができる。この場合、大なる光結合効率を達成するには、シングルモード光ファイバ1の端面から放射される光の拡散の角度に着目し、拡散を逆向きに収束した点をレンズ4の一方の焦点 f_1 に一致させてシングルモード光ファイバ1とレンズ4の間を相対位置決めすると

共に、レンズ4の他方の焦点 f_2 の位置に受光素子を位置決めする必要がある。僅かな焦点合わせのズレで急激に光結合効率が低下するので、これらの位置決め調整、焦点合わせは困難な作業である。

【0006】

図11を参照して更なる他の従来例を説明するに、光ファイバ51を束ねて引き延ばした形状を有するファイバオプティックプレート5はこれを構成する単位の光ファイバ51の延伸方向に沿って導光性を示す。即ち、ファイバオプティックプレート5の一方の端面に入射した光はプレート5の単位の光ファイバ51に沿って異方導光性を示し、光ファイバ51の延伸方向にのみ伝播してそれ以外の方向には伝播せず拡散することはない。従って、ファイバオプティックプレート5を介して光学素子同志を光結合するに際してレンズは必要とされず、焦点合わせの煩わしさから開放される。ところが、ファイバオプティックプレート5は、その光伝播において単位の光ファイバ51の延伸方向以外の方向に漏洩伝播する成分を有しており、これら漏洩伝播されるべき成分を光ファイバ51間に介在される光吸收物質で吸収抑制して異方導光性を得るものであるので、本来的に伝送損失は大きい。そして、ファイバオプティックプレート5のマトリクスの単位も数 μm 程度と大きいので、モードフィールド径が $9.5 \mu m$ と小さいシングルモード光ファイバとの間の結合には不向きな光伝送素子である。

【0007】

また、光導波路については、これは直線のみならず、S字状に屈曲して光を導波することができ、更にY分岐して光を導波することができる。しかし、レンズと同様に、光伝播経路に対して適正な位置に光を入射しないと結合効率が低下するので、組み立て調整に時間を要する。

この発明は、上述の問題を解消した異方導光性部材を有する光学装置を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1：誘電率を異にする2種類或いはそれ以上の誘電体物質を周期的に2次元或いは3次元に配列してフォトニックバンドギャップを発現し、特定方向以

外の方向に対する光伝播を阻止する異方導光性部材63をシングルモード光ファイバ1或いはレーザダイオード64の如き光学素子の間に介在させたことを特徴とする異方導光性部材を有する光学装置を構成した。

そして、請求項2：請求項1に記載される異方導光性部材を有する光学装置において、異方導光性部材63は誘電体物質の寸法および周期的配列のピッチをミクロン単位以下に構成したものであることを特徴とする異方導光性部材を有する光学装置を構成した。

【0009】

また、請求項3：請求項1および請求項2の内の何れかに記載される異方導光性部材を有する光学装置において、異方導光性部材63は、誘電体物質を球、円柱、角柱、或いは薄膜状に形成し、1種類の特定の誘電体物質を周期的に配列してこれらの間に先の特定の誘電体物質とは異なる種類の誘電体物質を充填配列して構成したものである異方導光性部材を有する光学装置を構成した。

【0010】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図を参照して説明する。

図1は相異なる誘電率 ϵ_1 の媒質および誘電率 ϵ_2 の媒質を交互に3次元周期配列して構成したフォトニック結晶物体である。図2は相異なる誘電率 ϵ_1 の媒質および誘電率 ϵ_2 の媒質を交互に2次元周期配列して構成したフォトニック結晶物体である。

屈折率或いは誘電率が大きく異なる2種類の透明な媒質を光波長程度の周期で規則正しく交互に配置した人工結晶をフォトニック結晶という。数百ないし1000数百nm間隔で2種類の透明な誘電率 ϵ_1 の媒質および誘電率 ϵ_2 の媒質を交互に配列することにより、フォトニック結晶が得られる。以上の条件を満足するフォトニック結晶はあらゆる方向に特定の周波数範囲の光を一切伝播しない。この周波数範囲をフォトニックバンドギャップという。狭義のフォトニック結晶は、3次元のあらゆる方向に光が存在しない結晶である。しかし、一般には、特定方向についてだけ光の状態が存在しない結晶も含めてフォトニック結晶と呼んでいる。2次元或いは3次元のフォトニック結晶物体自体は、現に開発製造され

ている（日経エレクトロニクス（n.o. 730 p. 57~63） 1998. 11. 16. 特開2000-258645 公報 参照）。

【0011】

図3は誘電率 ϵ_2 の媒質の均質物体であり、これは図4に示される如くウェイブベクトルに対して連続的なエネルギー順位をとる。ところが、図1および図2に示される相異なる誘電率 ϵ_1 の媒質および誘電率 ϵ_2 の媒質を交互に周期配列して構成したフォトニック結晶物体は、エネルギー順位はウェイブベクトルに対して連続ではなくなる。特に、誘電率 ϵ_1 の媒質および誘電率 ϵ_2 の媒質のサイズおよび配列のピッチを光波長の1/2程度に設計してフォトニック結晶物体を構成すると、この非連続性は図5に示される如くに開く。この非連続性、即ち、ギャップはフォトニックバンドギャップと呼ばれ、上述した通り、理論上光が存在し得ない禁止帯である。

【0012】

ここで、特定方向のみに連続的なエネルギー順位をとり得る誘電体媒質の配列であってそれ以外の方向の光伝播はフォトニックバンドギャップを形成して阻止する2次元或いは3次元フォトニック結晶を開発、製造することができれば、これは好適な異方導光性部材として光学技術分野において採用することができる。以下、これについて概念的に説明するに、図1および図2に示されるフォトニック結晶物体は完全なフォトニック結晶物体を示しているものとする。これらの結晶構造に加工操作を施し、特定方向のみに連続的なエネルギー順位をとり得る誘電体媒質の配列であって、この特定方向以外の方向の光伝播はフォトニックバンドギャップを形成して阻止する2次元或いは3次元フォトニック結晶を製造することができる。即ち、図1に示されるが如き3次元フォトニック結晶物体を準備し、この一方の側面から相対向する他方の側面に到り直線方向に結晶の周期構造を一部崩すことにより、結晶の周期構造を崩された直線方向のみを導波路とした目的とする3次元フォトニック結晶を製造することができる。

【0013】

同様に、図2に示されるが如き2次元フォトニック結晶物体についても、この一方の側面から相対向する他方の側面に到り直線方向に結晶の周期構造を一部崩

することにより、結晶の周期構造を崩された直線方向に導波路を形成した目的とする2次元フォトニック結晶を製造することができる。

図6を参照して実施例を説明するに、2は上述した通りの結晶の周期構造を崩された直線方向のみを導波路とした2次元或いは3次元のフォトニック結晶物体である。このフォトニック結晶物体2は、その一方の端面にシングルモード光ファイバ1を介して入射される光を、このフォトニック結晶物体2内において拡散することなしに1直線に他方の端面まで伝送する。即ち、このフォトニック結晶物体2に入射した光は、この物体内で殆ど拡散することなく極低損失で、あたかもフォトニック結晶物体2が伝送媒体として存在しないかの如くに伝播する。

【0014】

図7を参照して異方導光性部材を有する光学装置として光パッケージの実施例を説明する。この場合も、フォトニック結晶物体として、図6において使用されたフォトニック結晶物体を使用する。図7において、光パッケージ6のケース61の側壁にはフォトニック結晶より成る異方導光性窓部材63が埋め込まれている。62はケース61の蓋板である。ケース61内には、異方導光性窓部材63の内側垂直面に光を出射するレーザダイオード64が設置されている。この異方導光性窓部材63の外側垂直面にはシングルモード光ファイバ1の端面が対向設置されている。この場合、異方導光性窓部材63の垂直面はこの面に直交する1直線方向の光伝播特性に関して等方性であるので、レーザダイオード64と異方導光性窓部材63との間の相互位置決め調整および異方導光性窓部材63とシングルモード光ファイバ1の端面との間の相互位置決め調整の何れも実施する必要はない。即ち、レーザダイオード64を異方導光性窓部材63の内側垂直面の何処に対向位置決めしても、レーザダイオード64を出射して異方導光性窓部材63の内側垂直面に入射した光は異方導光性窓部材63を先の1直線方向に伝播して異方導光性窓部材63の外側垂直面に到達する。従って、異方導光性窓部材63の外側垂直面の内の光が到達した点に対応してシングルモード光ファイバ1の端面を位置決め調整することにより、レーザダイオード64とシングルモード光ファイバ1の端面との間は一直線上に整列するに到る。結局、レーザダイオード64とシングルモード光ファイバ1の間の調芯位置合わせ調整は異方導光性窓部

材63の存在を考慮することなしに両者の間の相互位置合わせ調整をすることのみで事足りる。

【0015】

図8を参照して説明するに、これは異方導光性部材を有する光学装置として光コネクタを説明する図である。この場合も、フォトニック結晶物体として、図6において使用されたフォトニック結晶物体を使用する。図8の光コネクタにおいて、11は第1多芯シングルモード光ファイバ、12は第1フェルール、13は第1異方導光性部材を示し、21は第2多芯シングルモード光ファイバ、22は第2フェルール、23は第2異方導光性部材を示す。特定波長の光を遮断するフィルタを直接にフェルール端面或いは第1多芯シングルモード光ファイバ11の端面に成膜した光コネクタが製造使用されている。一例として、この光コネクタは第1多芯シングルモード光ファイバ11の内の何れか1本の端面に波長1.31μmの光は遮断反射するが、波長1.55μmの光は透過するフィルタを成膜する。これにより、当該第1多芯シングルモード光ファイバ11を介して送り込まれた波長1.31μmの光は端面に成膜されたフィルタにより遮断反射して隣接する第1多芯シングルモード光ファイバ11を介して送り出される。一方において、この隣接する第1多芯シングルモード光ファイバ11を介して送り込まれた波長1.55μmの光はこのフィルタを透過し、第1異方導光性部材13、第2異方導光性部材23を介して対向する第2多芯シングルモード光ファイバ21に送り込まれ、これを介して送り出される。

【0016】

光コネクタは、結合分離を繰り返し使用されるものであるところから、第1多芯シングルモード光ファイバ11の端面に成膜したフィルタは剥離しやすい。ここで、この発明によれば、光コネクタの一方の端面である第1フェルール12にフォトニック結晶より成る異方導光性部材を張り付け、端面にフィルタを成膜した光ファイバはフィルタ成膜端面を第2フェルール22内に挿入して固定することにより、フィルタ面は異方導光性部材および第2フェルール22に保護されて剥離の恐れは解消される。そして、第1多芯シングルモード光ファイバ11の端面と第2多芯シングルモード光ファイバ21のフィルタ成膜端面の相互間は、光

コネクタ接続時に第1異方導光性部材13および第2異方導光性部材23を介在させて光結合するところから、一方の多芯シングルモード光ファイバから隣接する光ファイバ光伝送経路間の他方の多芯シングルモード光ファイバに対するクロストークを大きく抑制することができる。

【0017】

【発明の効果】

以上の通りであって、この発明によれば、特定方向のみに連続的なエネルギー順位をとり得る誘電体媒質の配列であってそれ以外の方向の光伝播はフォトニックバンドギャップを形成して阻止する2次元或いは3次元フォトニック結晶を異方導光性部材として使用し、低損失であたかも伝送媒体が存在しないかの如くに各種光学素子間を光結合する光学装置を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

3次元フォトニック結晶物体を説明する図。

【図2】

2次元フォトニック結晶物体を説明する図。

【図3】

均質物体を説明する図。

【図4】

均質物体のエネルギー順位を示す図。

【図5】

フォトニックバンドギャップを説明する図。

【図6】

実施例を説明する図。

【図7】

他の実施例を説明する図。

【図8】

更なる他の実施例を説明する図。

【図9】

従来例を説明する図。

【図10】

他の従来例を説明する図。

【図11】

更なる他の従来例を説明する図。

【符号の説明】

- 1 シングルモード光ファイバ
- 1 1 第1多芯シングルモード光ファイバ
- 1 2 第1フェルール
- 1 3 第1異方導光性部材
- 2 3次元のフォトニック結晶物体
- 2 1 第2多芯シングルモード光ファイバ
- 2 2 第2フェルール
- 2 3 第2異方導光性部材
- 3 ガラス体
- 4 レンズ
- 5 ファイバオプティックプレート
- 5 1 光ファイバ
- 6 光パッケージ
- 6 1 ケース
- 6 2 蓋板
- 6 3 異方導光性窓部材
- 6 4 レーザダイオード

【書類名】 図面

【図1】

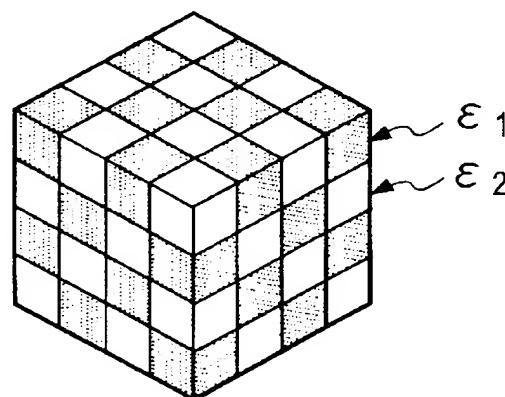


図1

【図2】

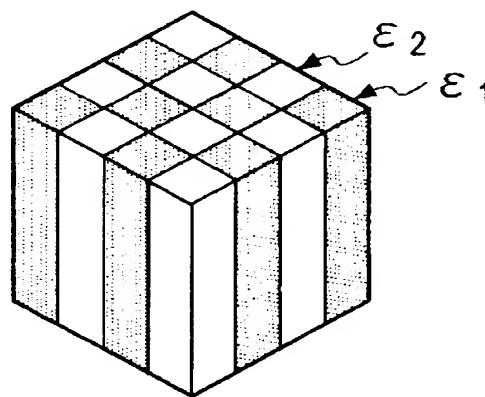


図2

【図3】

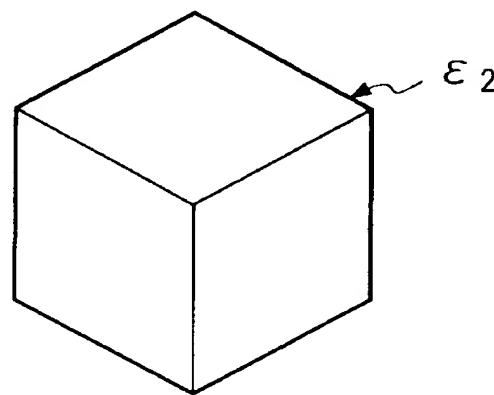


図3

【図4】

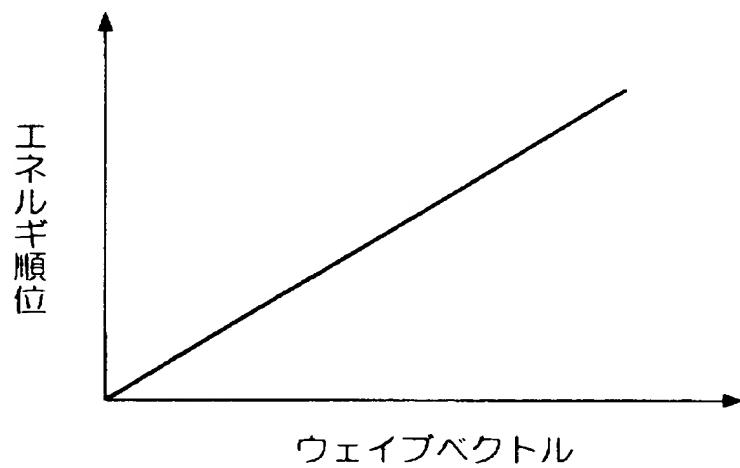


図4

【図5】

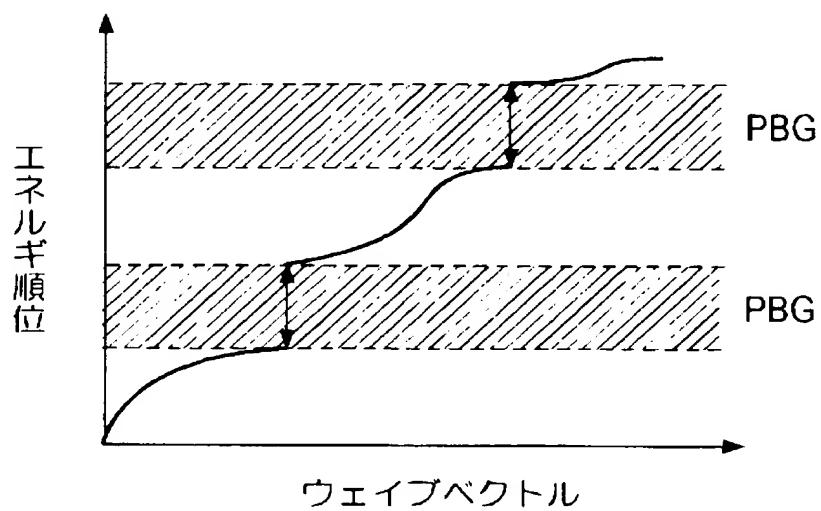


図5

【図6】

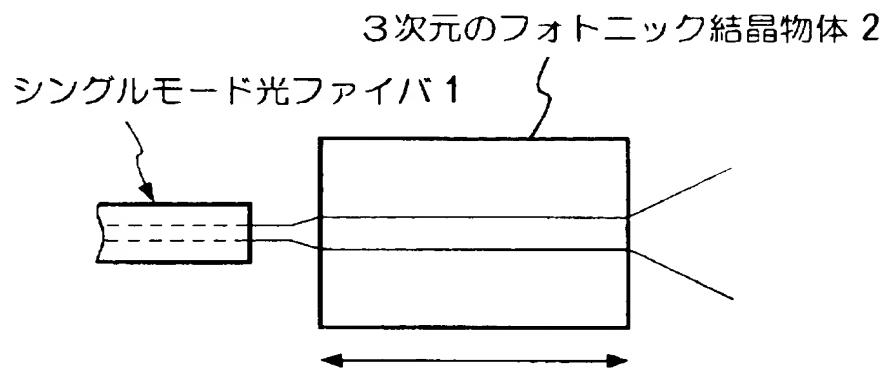


図6

【図7】

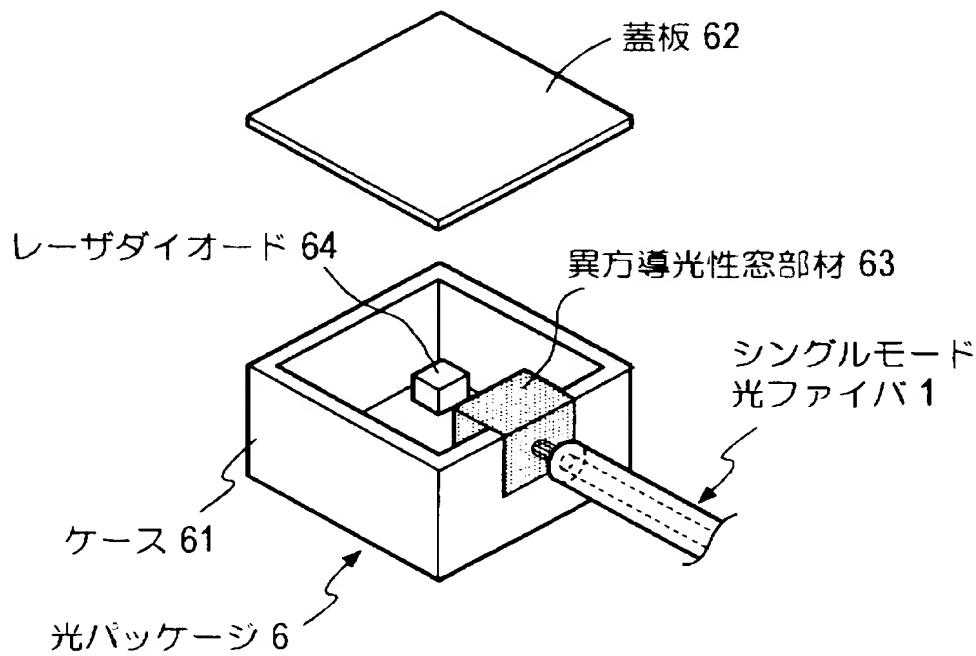


図7

【図8】

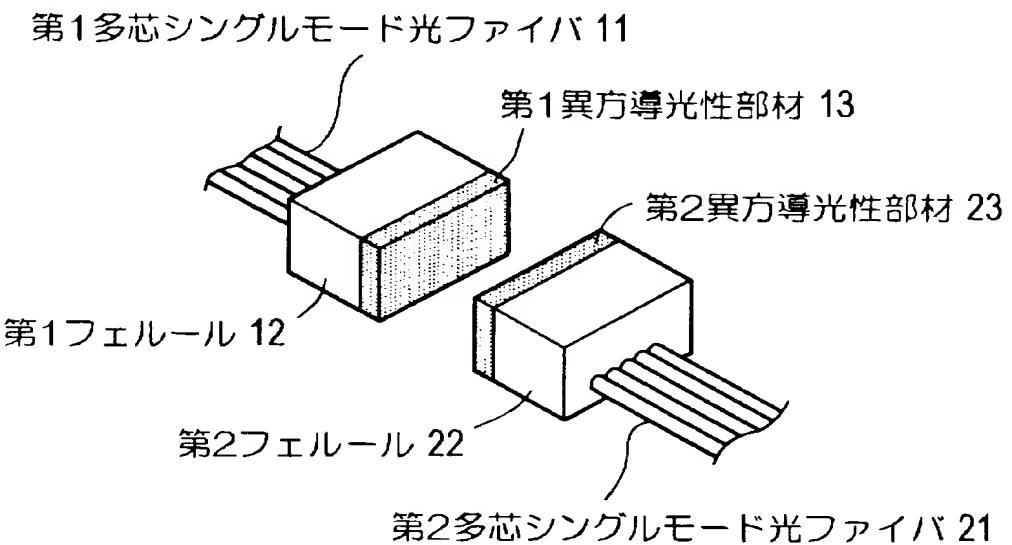


図8

【図9】

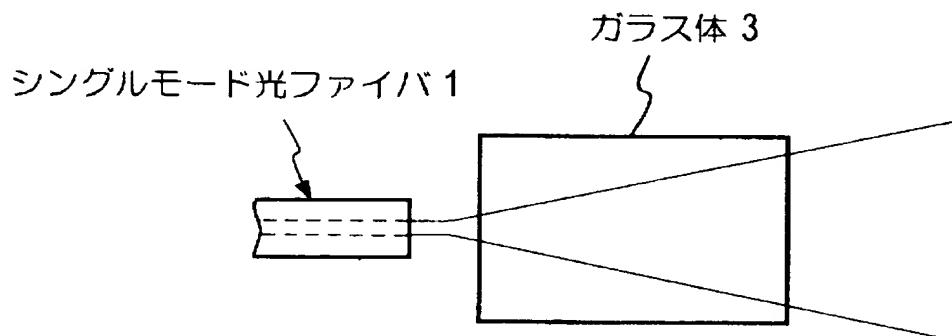


図9

【図10】

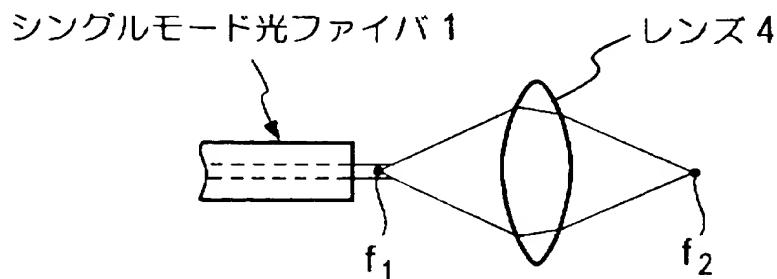


図10

【図11】

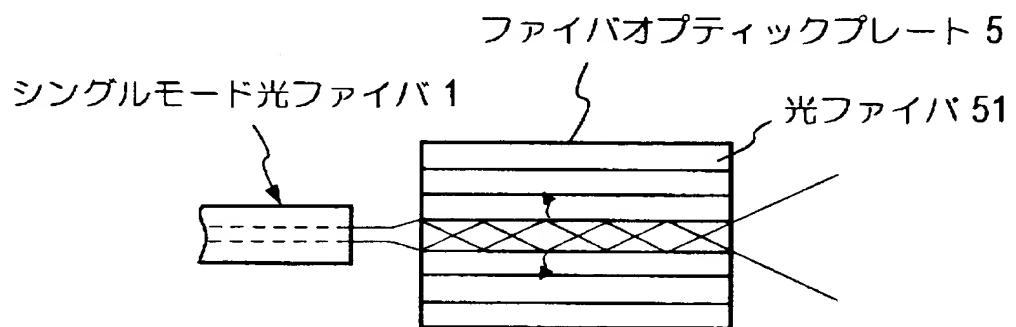


図11

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特定方向にのみ低損失に光を伝播する異方導光性部材を光学素子間に介在させた異方導光性部材を有する光学装置を提供する。

【解決手段】 誘電率を異にする2種類或いはそれ以上の誘電体物質を周期的に2次元或いは3次元に配列してフォトニックバンドギャップを発現し、特定方向以外の方向に対する光伝播を阻止する異方導光性部材63をシングルモード光ファイバ1或いはレーザダイオード6の如き光学素子の間に介在させた異方導光性部材を有する光学装置。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000231073]

1. 変更年月日 1995年 7月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号
氏 名 日本航空電子工業株式会社